

УДК 622.235

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ  
ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ОТРАБОТКЕ  
ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ПОДЗЕМНОГО  
РУДНИКА ПАО «ГАЙСКИЙ ГОК»**

**Скворцов М.В.**

**Научный руководитель Красавин А.В.**

*Технический университет УГМК, г. Верхняя Пышма*

*Подземная разработка месторождений полезных ископаемых предусматривает работы по вскрытию, подготовке, выемке сырья. Этот комплекс процессов основан на разрушении горного массива. Буровзрывной способ остается основным для отбойки руд крепких и средней крепости. Его эффективность, помимо свойств пород, зависит от типа взрывчатого вещества (ВВ). Перспективной альтернативой классическим ВВ является применение эмульсионного ВВ.*

Разнообразие условий ведения взрывных работ в промышленности с целью разрушения горных массивов определяет необходимость поиска наиболее эффективных типов ВВ.

Для повышения эффективности взрывных работ необходима точная оценка результатов ранее проведенных взрывов и проектирование параметров буровзрывных работ на основе имеющихся ВВ. Выбор ВВ должен осуществляться по результатам технико-экономического анализа.

На основании результатов отбойки руды гайского месторождения проводился анализ особенностей применения эмульсионных ВВ типа «Сабтэк».

Гайский ГОК построен на базе крупнейшего медно-колчеданного месторождения и занимается добычей руд и их обогащением. Это самое крупное предприятие сырьевого комплекса Уральской горно-металлургической компании.

Месторождение вскрыто девятью вертикальными стволами. Для отработки Гайского месторождения применяется этажно-камерная система разработки с твердеющей закладкой. Ширина камер составляет 20 м, длина камер обычно равна мощности рудного тела и достигает 70 – 80 м и более, высота камер – 80 м. В настоящее время ведутся работы по отработке запасов в этажах 990 – 1310 м.

С увеличением глубины разработки Гайского медно-колчеданного месторождения меняется минеральный состав, тип

руд, физико-механические свойства руд и пород, увеличивается объём сплошных сульфидных руд. Сплошные колчеданные руды в своём составе содержат свыше 35 % пиритной серы. Сера является одним из сульфидных минералов, склонных к окислению, которое сопровождается выделением тепла.

В случае разогрева рудного массива, для предупреждения самопроизвольных загораний и взрывов ВВ необходимо применение особых мероприятий или использование специальных ВВ, предназначенных для производства взрывных работ в сульфидных рудах.

Одним из таких специальных ВВ является эмульсионное взрывчатое вещество (ЭВВ).

ЭВВ изготавливаются путем обработки горячего раствора селитры (смеси аммиачной, кальциевой или натриевой селитры) при температуре 80 °С с добавкой эмульгатора в аппарате эмульгирования, за счет чего образуется обратная эмульсия. При этом раствор селитры диспергируется до капель микронного размера, которые обволакиваются пленкой масла, за счет чего обратная эмульсия становится абсолютно водоустойчивой сметанообразной консистенции.

Для активации эмульсии (матрицы) в нее добавляют газогенерирующую добавку (ГГД) или пористые материалы (стеклянные или полимерные полые микросферы, перлит).

ГГД предназначена для химической газогенерации (сенсibilизации) промышленных эмульсионных взрывчатых веществ. В ее состав входит: вода, нитрат натрия, тиоцианат натрия, моноэтиленгликоль, нитрат магния, нитрат кальция, краситель.

ПАО «Гайский ГОК» при отработке глубоких горизонтов для зарядки скважин с повышенной температурой массива применяет ЭВВ марки «Сабтэк». Оно состоит из компонентов в следующем соотношении:

- эмульсионная матрица  $\approx 97,7 \%$
- газогенерирующая добавка  $\approx 2,3 \%$

ЭВВ «Сабтек» предназначено для производства взрывных работ в подземных условиях при отбойке сухих и обводненных горных пород с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконова до 20, методом скважинных и шпуровых зарядов в температурном диапазоне окружающей среды от -50 °С до +50 °С.

Технологический процесс изготовления ЭВВ «Сабтэк» состоит из следующих стадий:

1. Эмульсионная матрица и газогенерирующая добавка изготавливаются и закачиваются в отдельные пластиковые контейне-

ры на стационарном пункте производства невзрывчатых компонентов эмульсионных ВВ компании “Орика”;

2. Производится доставка компонентов на предприятие и спуск к месту зарядания;

3. Загрузка невзрывчатых компонентов и изготовление ЭВВ «Сабтэк» в смесительно-зарядной машине «MCU» непосредственно на заряжаемом блоке;

4. Контроль качества, производимого ЭВВ с занесением результатов измерений в журнал работ по заряданию на блоке;

5. Управление процессом зарядки скважин ЭВВ «Сабтэк».

Процесс приготовления и зарядания ЭВВ «Сабтек» производится автоматически с помощью смесительно-зарядной машины.

Смесительно-зарядная машина «MCU» – это насосное устройство с гидравлическим приводом, предназначенное для зарядки качаемых водоустойчивых эмульсионных взрывчатых веществ в горизонтальные и вертикальные (в том числе и в восстающие) скважины в подземных условиях. В качестве транспортной базы навесного оборудования могут использоваться шасси автомобилей, самоходные шасси, автоприцепы и др., допущенные к постоянному применению в подземных условиях Ростехнадзором.

Приготовление ЭВВ происходит на месте зарядания скважин. Оно начинается с перекачки компонентов в смесительно-зарядную машину при помощи насосов в требуемом соотношении. Правильность дозирования компонентов определяется точностью настройки узлов смесительно-зарядной машины и их нормальной работой. Таким образом, исключен человеческий фактор.

Зарядное устройство приводится в действие при помощи энергии отбираемой мощности двигателя автомобиля. Зарядка скважин начинается с запуска гидравлического насоса. Затем включается дистанционное радиуправление, выбирается режим зарядания ВВЕРХ/ВНИЗ, регулируется скорость соответственно диаметру скважины и количеству заряжаемого ВВ (кг).

С помощью манипулятора оператор подводит зарядный шланг с боевиком к скважине. На дисплее пульта фиксируется фактическая длина скважины, оператор устанавливает недозаряд, после чего в автоматическом режиме происходит зарядка. На экране выводится заряжаемое количество ВВ. В готовом виде ЭВВ «Сабтэк» получают в скважине через 30 минут после её зарядания. Формируется отчёт расхода взрывчатых веществ за смену.

Отбойка рудной массы осуществляется с помощью зарядов ВВ, размещаемых в скважинах глубиной до 40 м и диаметром 85–130 мм. Для бурения скважин применяется самоходный буровой станок типа Sandvik DL 410-15 (Solo 7-15C).

Для диаметра скважин 102 мм получены следующие параметры отбойки руды (таблица 1) для ЭВВ и гранулированного ВВ соответственно: линия наименьшего сопротивления – 2,1 и 2,2 м; удельный расход ВВ на дробление – 1,9 и 1,8 кг/м<sup>3</sup>; выход руды с 1 м скважины – 3,6 и 3,7 м<sup>3</sup>/м.

Анализ фракционного состава отбитой руды показал, что в результате отбойки с использованием ЭВВ «Сабтэк» получена лучшая дробимость руды. Преобладающий размер отбитого куска руды составляет менее 500 мм, при использовании Граммонита ТММ – менее 750 мм.

Таблица 1 – Показатели буровзрывных работ

Основные показатели	ЭВВ «Сабтэк»	Граммонит ТММ
Сечение камеры, м <sup>2</sup>	500	
Крепость породы (по Протодяконову)	10-14	
Диаметр скважин, мм	102	
Количество скважин, шт	20	
Длина скважин, м	279,8	
Удельный расход ВВ, кг/м <sup>3</sup>	1,9	1,8
ЛНС, м	2,1	2,2
Расстояние между концами скважин в веере, м	2,3	2,4
Общий расход ВВ, кг	1932,8	1918
Отбиваемый объем руды, м <sup>3</sup>	1017,2	1065,7
Выход руды с 1 м скважины, м <sup>3</sup> /м	3,6	3,7
Общая длина заряда, м	194,2	
Расход ДШ, м	392	

Выход негабарита по сравниваемым типам ВВ также составил 5,65 и 5,85 % соответственно.

Основные преимущества ЭВВ «Сабтэк»:

- Безопасность транспортировки компонентов. Компоненты до зарядания не являются взрывчатыми веществами;
- Улучшение условий труда (снижение трудоёмкости зарядания, т.к. процесс зарядки автоматизирован и отсутствие пыли ВВ, по сравнению с применением гранулированных ВВ);
- Увеличение чистого времени зарядки, за счет сокращения подготовительно-заключительных работ;
- Уменьшение себестоимости отбойки 1 м<sup>3</sup> рудной массы за счет повышения производительности более чем на 15% по сравнению с применяемым типом ВВ «Граммонит ТММ» и сокращения затрат на оплату труда рабочего персонала;
- Уменьшение необходимого количества хранилищ взрывчатых веществ на базисных и расходных складах ВМ, сокращение их площади, а соответственно затрат на их содержание и ремонт с общим снижением логистических затрат.

Таким образом, по энергетическим характеристикам, производительности рабочих, величине основных материальных и трудовых затрат, условиям работы персонала, качеству дробления руды, а также безопасности процессов хранения, транспортированию и заряданию – применение ЭВВ «Сабтек» является более эффективным по сравнению с применяемым на руднике гранулированным ВВ «Граммонит ТММ».

### **Библиографический список**

1. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», утвержденные приказом Ростехнадзора от 16.12.2013 №605, Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, от 09.06.2014 г. №23.*
2. *Руководство по предупреждению самопроизвольных загораний и взрывов взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры при производстве взрывных работ в медно-колчеданных рудах (утв. 06.06.91г.). – Екатеринбург: ОАО «Унипромедь», 1991.*
3. *Кутузов Б.Н. Проектирование взрывных работ. – М. : Недра, 1974.*
4. *Пучков, Л.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов: в 2 т. т. 2., М.: Горная книга, 2013. – 720 с.*